

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ:  
Декан  
  
Ю.Н. Рыжих  
« 28 » 06 20 22 г.

Рабочая программа дисциплины

**Теория автоматического управления**

по направлению подготовки

**16.03.01 Техническая физика**

Направленность (профиль) подготовки :

**Компьютерное моделирование в инженерной теплофизике и аэрогидродинамике**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Бакалавр**

Год приема

**2022**

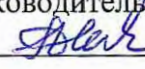
Код дисциплины в учебном плане: Б1.В.ДВ.09.02

СОГЛАСОВАНО:

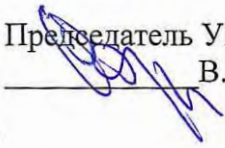
Руководитель ОПОП

 Э.Р. Шрагер

Руководитель ОПОП

 А.В. Шваб

Председатель УМК

 В.А. Скрипняк

Томск – 2022

## **1. Цель и планируемые результаты освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

- ОПК-2 – Способен применять методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения задач, возникающих в ход профессиональной деятельности;
- ПК-3 – Способен выполнять фундаментальные и прикладные работы поискового, теоретического и экспериментального характера при разработке новых материалов, технологий и устройств.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

ИОПК-2.1 Знать современные методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для решения профессиональных задач в различных областях технической физики.

ИОПК-2.2 Уметь использовать методы математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики для моделирования процессов в различных областях технической физики.

ИОПК-2.3 Владеть методами математического анализа, моделирования, оптимизации и статистики используемых для решения профессиональных задач в различных областях технической физики.

ИПК-3.1 Знает фундаментальные законы в области теплофизики и механики сплошных сред.

ИПК-3.2 Умеет проводить компьютерный эксперимент в области теплофизики и аэрогидродинамики.

ИПК-3.3 Умеет оформлять презентации, научно-технические отчеты по результатам выполненных исследований.

## **2. Задачи освоения дисциплины**

Узнать основные закономерности и определения линейных САУ, научиться составлять дифференциальные уравнения, описывающие САУ и получать их решение методами ТАУ, анализировать полученные решения.

Научиться владеть приемами математического описания и анализа САУ для определения устойчивости линеаризованных САУ, построения переходных процессов в САУ, оценки качества процессов регулирования.

## **3. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина относится к части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений, предлагается обучающимся на выбор.

## **4. Семестр(ы) освоения и форма(ы) промежуточной аттестации по дисциплине**

Пятый семестр, зачет

## **5. Входные требования для освоения дисциплины**

При изучении дисциплины предъявляются следующие требования:

Обучающийся должен знать:

- основные понятия и методы математического анализа, последовательности и ряды;
- дифференциальное и интегральное исчисление, дифференциальные уравнения;
- численные методы. Основные алгоритмы типовых численных методов решения математических задач;

- физические основы механики.

Обучающийся должен уметь:

- использовать математические методы в технических приложениях;
- работать в качестве пользователя персонального компьютера и работать с программными средствами общего назначения;
- выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей деятельности;
- решать типовые задачи, используя методы математического анализа, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности.

Обучающийся должен владеть:

- элементами функционального анализа;
- численными методами решения систем дифференциальных и алгебраических уравнений, методами аналитической геометрии.

## **6. Язык реализации**

Русский

## **7. Объем дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 часов, из которых:

-лекции: 28 ч.

-практические занятия: 14 ч.

Объем самостоятельной работы студента определен учебным планом.

## **8. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам**

### **Тема 1. Основы автоматического управления**

Предмет теории автоматического управления. Основные понятия и термины. Этапы развития систем автоматического управления (САУ) и теории. Определение системы автоматического регулирования. Объекты управления и регулирования, регулируемые величины, регуляторы. Классификация систем автоматического управления. Основные принципы управления.

### **Тема 2. Математическое описание систем управления**

Понятие о линейных и нелинейных системах автоматического регулирования. Понятие статики в теории САУ. Установившиеся режимы работы статических и астатических САУ. Статические характеристики элементов, входящих в САУ и их линеаризация. Математическое описание статических режимов. Понятие динамики в теории САУ. Работа САУ в переходных режимах. Математические уравнения динамических режимов, их составление и линеаризация. Уравнения динамики в отклонениях. Безразмерная форма (дифференциальных) уравнений. Характеристики динамических систем. Передаточная функция.

### **Тема 3. Временные и частотные характеристики**

Временные характеристики: переходная и функция веса. Связь между этими функциями. Прямое и обратное преобразования Лапласа и Фурье. Частотные характеристики динамических систем и их построение (частотная передаточная функция, АФХ, ЛЧХ).

#### **Тема 4. Типовые динамические звенья и их характеристики**

Понятие об устойчивости звена. Минимально-фазовые звенья. Принцип расчленения САУ на элементы-звенья. Понятие о типовом динамическом звене. Безынерционное звено, апериодические звенья 1-го и 2-го порядков и колебательное звено. Дифференцирующие и интегрирующие звенья. Звено с запаздыванием. Примеры, дифференциальные уравнения, переходные и передаточные функции, частотные характеристики типовых динамических звеньев.

#### **Тема 5. Структурные схемы систем автоматического управления и их преобразования**

Условные изображения и обозначения, применяемые в структурных схемах. Правила преобразования структурных схем при различных соединениях звеньев. Структурные схемы и передаточные функции одноконтурных и многоконтурных замкнутых систем. Частотные характеристики разомкнутых и замкнутых систем, построение логарифмических частотных характеристик. Типовые передаточные функции САУ по возмущающему, задающему воздействиям и ошибке регулирования.

#### **Тема 6. Устойчивость линейных систем автоматического управления.**

Понятие об устойчивости линейных систем. Нейтрально-устойчивые системы. Теоремы Ляпунова. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии Рауса и Гурвица. Частотные критерии Михайлова и Найквиста. Критический коэффициент усиления. Структурная устойчивость. Определение устойчивости по логарифмическим частотным характеристикам.

#### **Тема 7. Качество процессов регулирования.**

Показатели качества: время регулирования, перерегулирование, установившиеся рассогласования. Запас устойчивости. Улучшение качества процесса регулирования. Введение производных и интегралов в закон регулирования. Влияние жестких и гибких обратных связей на качество переходного процесса и динамику системы. Виды корректирующих устройств. Косвенные методы оценки качества переходных процессов, запасы устойчивости по модулю и фазе, степень устойчивости, степень колебательности. Интегральные оценки качества.

#### **9. Текущий контроль по дисциплине**

Текущий контроль по дисциплине проводится путем контроля посещаемости, проведения контрольных работ и фиксируется в форме контрольной точки не менее одного раза в семестр.

#### **10. Порядок проведения и критерии оценивания промежуточной аттестации**

Примеры задач:

1. Задача 1.

Дано: передаточная

Требуется: путем создания подобластей разбить геометрическое тело на структурированную конечно-элементную сетку

2. Задача 2.

Дано: конструкция под внешним воздействием

Требуется: провести конечно-элементное моделирование конструкции при заданном внешнем воздействии с учетом различных видов нелинейности.

Результаты зачета определяются оценками «зачтено», «незачтено».

Зачет выставляется по результатам выполнения самостоятельных работ. Самостоятельные работы позволяют проверить ИОПК-2.1, ИОПК-2.2, ИОПК-2.3, ИПК-3.1, ИПК-3.2, ИПК-3.3.

## **11. Учебно-методическое обеспечение**

а) Электронный учебный курс по дисциплине в электронном университете «Moodle» - <https://moodle.tsu.ru/course/view.php?id=24724>

б) Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **12. Перечень учебной литературы и ресурсов сети Интернет**

а) основная литература:

- 1) Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теории систем автоматического управления. – Издание 4-е, переработанное и доп. – СПб. Изд-во «Профессия», 2003. – 752 с.
- 2) Соломенцев Ю.М. Теория автоматического управления. – М.: Высшая школа, 2000. – 270 с.
- 3) Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001. – 616 с.
- 4) Теория автоматического управления: Учеб. для вузов. В 2-х ч., ч.1, ч.2./ Под ред. А. А. Воронова. – М.: Высш. шк., 1986.
- 5) Интернет-ресурс: [[http://model.exponenta.ru/tau\\_lec.html](http://model.exponenta.ru/tau_lec.html)] / Клиначев Н.В. Теория автоматического управления. Учебно-методический комплекс.

б) дополнительная литература:

- 1) Технические средства автоматизации: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. - М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 368 с.
- 2) Бесекерский В.А. и др. Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления. – М.: Наука, 1978.
- 3) Теория оптимизации систем автоматического управления / Под ред. К.А. Пупкова, Н.Д. Егупова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 744 с.
- 4) Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы. – СПб.: Питер, 2005. – 336 с.
- 5) Мирошник И.В. Теория автоматического управления. Нелинейные и оптимальные системы. – СПб.: Питер, 2006. – 272 с.

## **13. Перечень информационных технологий**

а) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– Microsoft Office Standart 2013 Russian: пакет программ. Включает приложения: MS Office Word, MS Office Excel, MS Office PowerPoint, MS Office OneNote, MS Office Publisher, MS Outlook, MS Office Web Apps (Word Excel MS PowerPoint Outlook);

– публично доступные облачные технологии (Google Docs, Яндекс диск и т.п.).

– ПК МВТУ 3.7

б) информационные справочные системы:

– Электронный каталог Научной библиотеки ТГУ –

<http://chamo.lib.tsu.ru/search/query?locale=ru&theme=system>

- Электронная библиотека (репозиторий) ТГУ –  
<http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Index>  
– ЭБС Лань – <http://e.lanbook.com/>  
– ЭБС Консультант студента – <http://www.studentlibrary.ru/>  
– Образовательная платформа Юрайт – <https://urait.ru/>  
– ЭБС ZNANIUM.com – <https://znanium.com/>  
– ЭБС IPRbooks – <http://www.iprbookshop.ru/>

#### **14. Материально-техническое обеспечение**

Аудитории для проведения занятий лекционного типа, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет.

Аудитории для проведения занятий семинарского типа, индивидуальных и групповых консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенные компьютерной техникой и доступом к сети Интернет.

#### **15. Информация о разработчиках**

Солоненко Виктор Александрович, канд. физ.-мат. наук, кафедра прикладной газовой динамики и горения ТГУ, доцент